

Relaciones entre la Ciencia Ciudadana Ambiental, el Enfoque Ambiental Peruano y las Competencias de Ciencia y Tecnología

1. Introducción

La ciencia ciudadana, un modelo de investigación científica que involucra a personas no profesionales en diversas etapas del proceso investigativo, ha emergido como una herramienta de gran relevancia en el contexto ambiental y educativo global.¹ Esta colaboración entre científicos y el público en general no solo amplía significativamente la escala y el alcance de la recopilación de datos, permitiendo el monitoreo de cambios ambientales en extensiones geográficas vastas y durante períodos prolongados, sino que también fomenta una mayor conciencia y comprensión de los problemas ambientales en la sociedad.¹ La participación activa en la ciencia ciudadana promueve la alfabetización científica y cultiva una cultura de responsabilidad ambiental entre los ciudadanos.² Además, las iniciativas de ciencia ciudadana pueden aportar datos valiosos para el seguimiento del progreso hacia el logro de los beneficios ambientales globales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, lo que subraya su importancia en la búsqueda de soluciones a los desafíos ambientales apremiantes a nivel mundial.² La creciente adopción de la ciencia ciudadana en todo el mundo sugiere un reconocimiento de su valor intrínseco para abordar problemas ambientales complejos y la necesidad fundamental de involucrar a la sociedad en la búsqueda de soluciones sostenibles.

En el ámbito educativo peruano, el Ministerio de Educación ha implementado el "Enfoque Ambiental," una estrategia pedagógica que busca desarrollar una conciencia crítica y colectiva en los estudiantes sobre los problemas ambientales, incluyendo el cambio climático, y sus intrincadas relaciones con la salud, la pobreza, la desigualdad social y el agotamiento de los recursos naturales.⁵ Este enfoque integral tiene como objetivo principal fortalecer la ciudadanía ambiental, capacitando a los individuos para participar activamente en el desarrollo sostenible y en los esfuerzos de adaptación al cambio climático.⁵ El "Enfoque Ambiental" opera de manera holística, integrando consideraciones ambientales en todas las disciplinas; interdisciplinaria, estableciendo conexiones entre diversos campos del conocimiento; y orientada a la comunidad, involucrando a todos los miembros de la comunidad educativa y a actores locales relevantes.⁵ Además, promueve el desarrollo de prácticas relacionadas con la conservación de la

biodiversidad, la calidad del suelo y del aire, y el uso sostenible de la energía y el agua dentro de las instituciones educativas.⁵ La implementación del "Enfoque Ambiental" en la educación peruana refleja un firme compromiso de integrar la conciencia y la responsabilidad ambiental en el núcleo del proceso educativo, con el objetivo de formar ciudadanos activos e informados, capaces de enfrentar los desafíos ambientales contemporáneos.

El currículo de educación secundaria en Perú, en el área de Ciencia y Tecnología, se fundamenta en tres competencias clave: "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos," "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo," y "Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno".⁶ Estas competencias buscan desarrollar en los estudiantes las habilidades necesarias para la indagación científica, una comprensión profunda del mundo natural y la capacidad de crear soluciones tecnológicas innovadoras para abordar problemas del entorno. Cada una de estas competencias se desglosa en capacidades específicas que los estudiantes deben desarrollar a lo largo de su educación secundaria.⁶ El énfasis en el aprendizaje basado en la indagación, la comprensión científica y la resolución de problemas dentro del currículo de Ciencia y Tecnología establece una afinidad natural con los principios y las actividades fundamentales de la ciencia ciudadana, lo que sugiere una potencial sinergia para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Explorar las conexiones inherentes entre las iniciativas de ciencia ciudadana y el marco educativo peruano, específicamente el "Enfoque Ambiental" y el currículo de Ciencia y Tecnología, presenta una oportunidad significativa para enriquecer las experiencias de aprendizaje de los estudiantes y fomentar un compromiso más profundo y práctico con los problemas ambientales. La ciencia ciudadana ofrece contextos auténticos y del mundo real que pueden hacer que los conceptos científicos abstractos sean más tangibles y relevantes, facilitando así el desarrollo de las competencias y capacidades específicas delineadas en el currículo peruano de Ciencia y Tecnología. La participación en proyectos de ciencia ciudadana puede empoderar a los estudiantes, transformándolos de aprendices pasivos a contribuyentes activos en los esfuerzos de monitoreo y conservación ambiental, cultivando un sentido de propiedad y responsabilidad hacia su entorno. Analizar estas conexiones puede conducir al desarrollo e implementación de enfoques pedagógicos innovadores que no solo mejoren la educación

ambiental y científica, sino que también promuevan el pensamiento crítico, la colaboración y el compromiso cívico entre los estudiantes en Perú.

2. El Enfoque Ambiental en la Educación Básica Peruana

El "Enfoque Ambiental" se cimienta en el principio de promover una conciencia crítica y colectiva sobre los problemas ambientales y el cambio climático, resaltando sus vínculos con diversas problemáticas sociales.⁵ Este principio subraya la necesidad de que los estudiantes comprendan la naturaleza sistémica de los desafíos ambientales. Un objetivo central es cultivar la ciudadanía ambiental, empoderando a los individuos para participar activamente en iniciativas de desarrollo sostenible y para desarrollar resiliencia y capacidad de adaptación frente al cambio climático.⁵ Esto va más allá de la mera conciencia, impulsando el compromiso activo. El enfoque está diseñado para ser holístico, integrando consideraciones ambientales en todas las asignaturas; interdisciplinario, estableciendo conexiones entre diferentes campos del conocimiento; y orientado a la comunidad, involucrando a toda la comunidad educativa y a las partes interesadas locales relevantes.⁵ Esto enfatiza una estrategia integral y colaborativa. El "Enfoque Ambiental" busca mejorar los entornos escolares inmediatos, realzar la calidad de vida general dentro de la comunidad educativa y contribuir al bienestar común a través de prácticas educativas ambientalmente racionales.⁵ Promueve específicamente el desarrollo de habilidades prácticas y conocimientos relacionados con la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de la calidad del suelo y del aire, y el fomento de prácticas sostenibles en el uso de la energía y los recursos hídricos dentro de los entornos educativos.⁵ En última instancia, la aplicación del "Enfoque Ambiental" en la educación peruana tiene como objetivo contribuir al desarrollo sostenible tanto de la nación como del planeta, alineando los objetivos educativos con metas más amplias de sostenibilidad global.⁵ La Política Nacional de Educación Ambiental profundiza en estos objetivos, buscando alcanzar un alto nivel de conciencia ambiental y una sólida cultura ambiental en todo el país, con la participación activa e informada de los ciudadanos en los procesos de toma de decisiones relacionados con el desarrollo sostenible.¹² Esta política enfatiza la importancia de fomentar estilos de vida sostenibles e integrar competencias como la investigación, la innovación, la participación, la ecoeficiencia y las prácticas de ciudadanía responsable en el sistema educativo nacional.¹² Un objetivo clave es desarrollar una cultura ambiental que promueva activamente la formación de ciudadanos ambientalmente responsables

que estén comprometidos con la construcción de una sociedad peruana sostenible.¹²

En Perú, la educación ambiental, guiada por el "Enfoque Ambiental," se implementa mediante su integración transversal tanto en la gestión institucional como en las prácticas pedagógicas de las instituciones educativas en todos los niveles.⁵ Esto implica que las consideraciones ambientales deben permear todos los aspectos de las operaciones escolares y la enseñanza. Esta integración incluye componentes temáticos específicos como la educación en ecoeficiencia, salud y gestión del riesgo de desastres, lo que demuestra un enfoque multifacético de la educación ambiental dentro de las escuelas.⁵ El Proyecto Educativo Ambiental Integrado (PEAI) sirve como una estrategia clave de integración y movilización que hace visible la aplicación transversal del "Enfoque Ambiental" en la gestión escolar al involucrar diversas competencias y enfoques transversales, e involucrando a toda la comunidad educativa para abordar problemas u oportunidades ambientales priorizadas.¹⁵ La aplicación del "Enfoque Ambiental" en las instituciones educativas tiene como objetivo contribuir directamente a la mejora del entorno escolar en sí, lo que lleva a una mejora de la calidad general de la educación y el bienestar de toda la comunidad educativa.⁵

El "Enfoque Ambiental" promueve explícitamente el desarrollo y la adopción de prácticas directamente relacionadas con la conservación de la biodiversidad, la preservación de la calidad del suelo y del aire, y el fomento de prácticas sostenibles en el uso de la energía y los recursos hídricos dentro del contexto educativo.⁵ Orienta fundamentalmente las prácticas educativas hacia la contribución a los objetivos más amplios del desarrollo sostenible a nivel nacional y mundial, asegurando que la educación desempeñe un papel en el abordaje de los desafíos globales.⁵ La educación en gestión del riesgo de desastres es un componente significativo, cuyo objetivo es cultivar una sólida cultura de prevención, reducción del riesgo y control continuo de los factores de riesgo de desastres dentro de las instituciones educativas, así como promover estrategias adecuadas de preparación y respuesta ante situaciones de desastre.⁵ La Política Nacional del Ambiente refuerza aún más estas prioridades al enfatizar el objetivo nacional de lograr la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad a través de un enfoque integrado y ecosistémico, con el objetivo final de lograr un ambiente que respalde una buena calidad de vida y ecosistemas saludables y viables a largo plazo.¹³

3. Competencias y Capacidades del Área de Ciencia y Tecnología en el Currículo de Secundaria Peruano

La competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos" enfatiza el desarrollo de las habilidades de los estudiantes para investigar fenómenos utilizando métodos científicos. Implica formular preguntas investigables sobre fenómenos naturales o tecnológicos, diseñar estrategias apropiadas para la recopilación de datos, generar y registrar sistemáticamente datos e información relevantes, analizar críticamente estos datos para identificar patrones y relaciones y, finalmente, evaluar todo el proceso de indagación y comunicar eficazmente los hallazgos y las conclusiones.⁶ Esta competencia se apoya en las siguientes capacidades específicas: problematiza situaciones para hacer indagación; diseña estrategias para hacer indagación; genera y registra datos e información; analiza datos e información; y evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.⁷

La competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo" se centra en la capacidad de los estudiantes para comprender y aplicar conocimientos científicos fundamentales en diversos dominios de la ciencia, incluyendo la biología (seres vivos), la química (materia y energía) y las ciencias de la Tierra y el espacio (biodiversidad, Tierra y universo).⁶ Implica utilizar este conocimiento para construir explicaciones coherentes para una amplia gama de fenómenos y procesos físicos que ocurren en el mundo natural. Esta competencia se desarrolla a través de las capacidades de comprende y usa conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo; y evalúa las implicancias del saber y del quehacer científico y tecnológico.⁷

La competencia "Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno" se centra en el desarrollo de las habilidades de los estudiantes para identificar problemas prácticos dentro de su entorno inmediato que puedan abordarse mediante soluciones tecnológicas.⁶ Implica un proceso sistemático que incluye definir claramente el problema, diseñar posibles soluciones basadas en conocimientos científicos y tecnológicos, seleccionar los materiales, herramientas y técnicas apropiados para construir la solución elegida, probar y validar su funcionalidad y, finalmente, evaluar su eficacia e impactos potenciales en el entorno y la comunidad circundantes. Las capacidades para esta competencia son: determina una

alternativa de solución tecnológica; diseña la alternativa de solución tecnológica; implementa y valida la alternativa de solución tecnológica; y evalúa y comunica el funcionamiento y los impactos de su alternativa de solución.⁶

4. Iniciativas de Ciencia Ciudadana con Enfoque Ambiental a Nivel Global

Una amplia gama de iniciativas globales de ciencia ciudadana se centran en el monitoreo de la biodiversidad, como el Esquema de Monitoreo de Mariposas Urbanas (UBMS) que rastrea las poblaciones de mariposas en los parques urbanos como indicadores de la calidad ambiental ¹⁶, el proyecto Dawn Chorus que consiste en escuchar y grabar cantos de aves ¹⁶ y varios programas de monitoreo de aves como eBird ¹⁷ y el Conteo Navideño de Aves de Audubon.²¹

Varios proyectos están dedicados a la observación y protección de los entornos marinos, incluyendo Observadores del Mar que se centra en diversas observaciones marinas ¹⁶, Proyecto Golondrinas que monitorea las poblaciones de golondrinas en áreas urbanas ¹⁶, el Proyecto de Monitoreo y Evaluación de Basura Marina (MDMAP) que involucra a voluntarios en el estudio y registro de basura marina ²³ e iniciativas centradas en la conservación de ballenas como Whale Alert.²⁴

Otras iniciativas abordan aspectos cruciales de la salud ambiental, como el Proyecto AtmOOs Academic que involucra a estudiantes en la recopilación de datos sobre contaminación atmosférica y movilidad en Barcelona ²⁵, diversos programas voluntarios de monitoreo de la calidad del agua ³ y proyectos centrados en el seguimiento de especies invasoras como Plant Alert que anima a los ciudadanos a identificar e informar sobre plantas potencialmente invasoras ¹⁶ e iniciativas que monitorean algas marinas invasoras.²⁴

El cambio climático es otra área de enfoque significativa, con proyectos como ClimateWatch que pide a los voluntarios que registren el momento de los eventos estacionales ¹, Project BudBurst que monitorea la fenología de las plantas ¹⁷ y la Red Comunitaria Colaborativa de Lluvia, Granizo y Nieve (CoCoRaHS) que recopila datos de precipitación.¹

La metodología empleada por eBird es sencilla: los participantes registran sus avistamientos de aves, incluyendo especies, ubicación, fecha y hora, a través de una aplicación móvil o sitio web fáciles de usar. Cuenta con un nivel masivo de participación de observadores de aves en todo el

mundo, desde observadores ocasionales hasta ornitólogos expertos. Los resultados esperados son conjuntos de datos exhaustivos sobre la distribución, abundancia y tendencias de las poblaciones de aves, que tienen un impacto significativo en los esfuerzos de conservación, informando la investigación científica y las decisiones políticas relacionadas con la conservación de aves.²⁰

iNaturalist anima a los usuarios a cargar fotos y observaciones de cualquier organismo vivo que encuentren, que luego son identificados y verificados por una comunidad de otros usuarios y expertos. Disfruta de un nivel muy alto de participación global de entusiastas de la naturaleza de todos los orígenes. Los resultados esperados son vastas cantidades de datos de biodiversidad, que contribuyen a la comprensión científica de la distribución de especies, la fenología y el estado de conservación. Estos datos se comparten con bases de datos de biodiversidad global como GBIF, lo que lo convierte en un recurso valioso para investigadores y conservacionistas.¹⁸

Globe at Night emplea una metodología sencilla en la que los voluntarios observan el cielo nocturno e informan sobre las estrellas más débiles que pueden ver en una constelación en particular. La participación es accesible para cualquiera, sin necesidad de equipos especializados más allá de sus ojos y una carta celeste o aplicación. Los resultados esperados son puntos de datos sobre el brillo del cielo nocturno de ubicaciones de todo el mundo, que se utilizan para mapear y monitorear la contaminación lumínica. Esta información es valiosa para los astrónomos que estudian el universo y para los científicos ambientales que investigan los impactos de la luz artificial en la vida silvestre nocturna.¹⁷

Los voluntarios que participan en el Proyecto de Monitoreo y Evaluación de Basura Marina (MDMAP) siguen protocolos estandarizados para inspeccionar secciones designadas de las costas en busca de basura marina, clasificando y cuantificando la basura que encuentran. Este proyecto involucra a socios comunitarios y voluntarios a nivel mundial. Los resultados esperados son conjuntos de datos sistemáticos sobre los tipos y cantidades de basura marina presentes en las costas, que son cruciales para comprender el alcance de la contaminación plástica, identificar fuentes e informar estrategias de mitigación destinadas a proteger los ecosistemas marinos.²⁴

Iniciativa	Área de Enfoque	Ubicación	Metodología	Posibles Vínculos Educativos
------------	-----------------	-----------	-------------	------------------------------

				(Perú)
eBird	Monitoreo de Aves	Global	Registro de avistamientos de aves mediante aplicación o sitio web	Apoya directamente "Indaga" (recopilación de datos, observación), "Explica" (conocimiento de la biodiversidad - identificación de aves, hábitats). Podría utilizarse para estudios de aves locales como parte del PEAI, fomentando habilidades de recopilación y análisis de datos.
iNaturalist	Biodiversidad	Global	Carga e identificación de observaciones de organismos vivos mediante aplicación o sitio web	Fuerte alineación con "Indaga" (observación, recopilación de datos, identificación), "Explica" (biodiversidad de los ecosistemas locales). Ideal para estudios de biodiversidad en los patios

				escolares o áreas naturales locales dentro del PEAI, promoviendo habilidades de observación y clasificación científica.
Globe at Night	Contaminación Lumínica	Global	Medición del brillo del cielo nocturno mediante la observación de estrellas	Conecta con "Explica" (factores ambientales que afectan la visibilidad, impacto de la contaminación lumínica en los ecosistemas). Podría ser una actividad nocturna sencilla para crear conciencia sobre los factores ambientales y la recopilación de datos.
Proyecto de Monitoreo de Basura Marina	Contaminación Marina	Global	Estudio y registro de basura marina en las costas	Se relaciona directamente con "Indaga" (recopilación de datos, categorización), "Explica" (fuentes

				e impactos de la contaminación), "Diseña" (posibles soluciones para la gestión de residuos). Podría involucrar iniciativas de limpieza dirigidas por la escuela y el registro de datos como parte del PEAI, vinculando la acción con la recopilación y el análisis de datos.
Project BudBurst	Fenología de Plantas	Global	Monitoreo y registro del momento de los eventos del ciclo de vida de las plantas	Apoya directamente "Indaga" (observación sistemática, recopilación de datos longitudinales), "Explica" (biología vegetal, cambios estacionales, posibles impactos del cambio climático). Podría integrarse en los huertos escolares o en las observaciones de

				la flora local como parte del PEAI, promoviendo la recopilación de datos a largo plazo y la comprensión de los ciclos biológicos.
Proyecto AtmOOs Academic	Calidad del Aire	Barcelona, España	Estudiantes recopilando patrones de movilidad y datos ambientales	Se alinea con "Indaga" (recopilación de datos, análisis de datos del mundo real), "Explica" (fuentes e impactos de la contaminación del aire, movilidad sostenible), "Diseña" (posibles soluciones para reducir las emisiones). Podría inspirar proyectos similares centrados en la calidad del aire local o los hábitos de transporte alrededor de la escuela.
WildINTEL	Monitoreo de Vida Silvestre	Huelva, España	Uso de cámaras trampa e IA para	Conecta con "Indaga"

			el monitoreo de la vida silvestre	(recopilación de datos mediante tecnología), "Explica" (comportamiento de la vida silvestre, biodiversidad). Podría adaptarse para monitorear la fauna local en áreas naturales cercanas con los recursos y permisos apropiados.
Monitoreo Voluntario de la Calidad del Agua	Calidad del Agua	EE. UU. (Ejemplo)	Recopilación y análisis de muestras de agua de cuerpos de agua locales	Apoya directamente "Indaga" (recopilación de datos, seguimiento de protocolos, análisis básico de la calidad del agua), "Explica" (química del agua, posibles fuentes de contaminación e impactos en los ecosistemas). Podría implementarse para monitorear ríos o lagos locales con la

				capacitación y las precauciones de seguridad adecuadas.
--	--	--	--	---

5. Análisis de las Relaciones y Conexiones

Una conexión fundamental radica en el objetivo compartido de fomentar una mayor conciencia ambiental y promover una sólida cultura de conservación entre la población.³ Ambos marcos reconocen la importancia de educar a las personas para que comprendan y valoren el medio ambiente. Tanto el "Enfoque Ambiental" como las iniciativas de ciencia ciudadana otorgan una importancia significativa al papel crucial de la participación activa de los ciudadanos en el abordaje efectivo de los problemas ambientales y en la contribución significativa a los objetivos generales del desarrollo sostenible.² La ciencia ciudadana proporciona una vía tangible y práctica para hacer realidad el objetivo general del "Enfoque Ambiental" de fomentar la ciudadanía ambiental y un sentido de responsabilidad individual y colectiva hacia el medio ambiente.⁵ Al participar en el monitoreo ambiental y la recopilación de datos en el mundo real, los estudiantes pueden desarrollar un sentido más profundo de propiedad y agencia. La naturaleza inherentemente interdisciplinaria y orientada a la comunidad del "Enfoque Ambiental" se alinea perfectamente con los aspectos colaborativos y, a menudo, geográficamente diversos de muchos proyectos de ciencia ciudadana.² Este enfoque compartido facilita la integración de la ciencia ciudadana en el marco educativo existente. La superposición significativa en los objetivos centrales y los principios rectores entre el "Enfoque Ambiental" peruano y el movimiento global de la ciencia ciudadana ambiental crea una base teórica y práctica sólida para su integración sinérgica dentro del sistema educativo.

La participación activa en proyectos de ciencia ciudadana involucra directamente a los estudiantes en el proceso de indagación científica, fomentando así el desarrollo de la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos".⁷ Los estudiantes aprenden a formular preguntas basadas en observaciones, a diseñar métodos de recopilación de datos apropiados para el proyecto, a recopilar y registrar sistemáticamente datos ambientales, a analizar la información recopilada para identificar patrones y tendencias y,

finalmente, a extraer conclusiones basadas en la evidencia. Al observar y documentar meticulosamente los fenómenos ambientales dentro del contexto de los proyectos de ciencia ciudadana, los estudiantes obtienen experiencia y conocimientos de primera mano sobre el mundo natural, lo que contribuye directamente al desarrollo de la competencia "Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo".⁷ Estas observaciones del mundo real proporcionan ejemplos y contextos concretos para comprender conceptos científicos abstractos relacionados con la biología, la química y las ciencias de la Tierra. Dependiendo de la naturaleza específica de la iniciativa de ciencia ciudadana, los estudiantes también pueden tener oportunidades de interactuar con la tecnología para la recopilación, el análisis o la comunicación de datos, contribuyendo así al desarrollo de la competencia "Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno".⁷ Algunos proyectos podrían incluso involucrar a los estudiantes en el diseño de herramientas o métodos simples para el monitoreo ambiental. La naturaleza práctica y participativa de la ciencia ciudadana ofrece un contexto auténtico y altamente atractivo para que los estudiantes practiquen y desarrollen activamente las competencias básicas y las capacidades subyacentes específicas que se describen explícitamente en el currículo peruano de Ciencia y Tecnología para la educación secundaria.

Imaginemos a estudiantes participando en un proyecto local de monitoreo de la calidad del agua inspirado en iniciativas como el Monitoreo Voluntario de la Calidad del Agua.¹⁷ Comenzarían formulando preguntas sobre la salud de un río cercano, luego diseñarían un plan de muestreo, recolectarían muestras de agua siguiendo protocolos establecidos, utilizarían kits de prueba simples para analizar parámetros como el pH y el oxígeno disuelto, registrarían sus datos sistemáticamente, analizarían los resultados para identificar cualquier problema potencial y, finalmente, comunicarían sus hallazgos a la clase o a un grupo ambiental local. Todo este proceso refleja directamente las capacidades dentro de la competencia "Indaga". Consideremos a estudiantes participando en un estudio de biodiversidad en el patio de la escuela utilizando una plataforma como iNaturalist.¹⁸ Observarían y fotografiarían diferentes plantas, insectos y otros organismos, luego utilizarían la plataforma para identificarlos y aprender sobre sus características, hábitats y roles ecológicos. Esta actividad mejora directamente su comprensión de la biodiversidad local y los conceptos ecológicos, alineándose con la competencia "Explica". Incluso podrían investigar la interconexión de estas especies dentro del ecosistema local.

Imaginemos a estudiantes inspirados en proyectos de monitoreo de la calidad del aire como Proyecto AtmOOs Academic ²⁵ decidiendo abordar la contaminación del aire cerca de su escuela. Podrían trabajar en colaboración para diseñar y construir sensores de calidad del aire simples y de bajo costo utilizando componentes fácilmente disponibles. Luego desplegarían estos sensores para recopilar datos sobre los contaminantes, analizarían los datos recopilados para identificar patrones y fuentes de contaminación y, basándose en sus hallazgos, proponer e incluso prototipar posibles soluciones tecnológicas, como sistemas de ventilación mejorados para las aulas o campañas para promover métodos de transporte alternativos. Este proyecto fomenta directamente las capacidades dentro de la competencia "Diseña y construye". Estas situaciones ilustran de manera efectiva las formas directas y prácticas en que la participación en actividades de ciencia ciudadana bien estructuradas puede brindar a los estudiantes oportunidades invaluable para desarrollar y reforzar activamente las competencias específicas y las capacidades subyacentes que son fundamentales para el currículo de Ciencia y Tecnología en la educación secundaria peruana.

6. Integración de la Ciencia Ciudadana en el Contexto Educativo Peruano

Integrar activamente plataformas de ciencia ciudadana globales bien establecidas, como iNaturalist (para el monitoreo de la biodiversidad) y eBird (para la observación de aves), directamente en las actividades del aula y como componentes centrales de los proyectos del Proyecto Educativo Ambiental Integrado (PEAI), con un enfoque específico en la investigación de problemas de biodiversidad y ambientales locales. Fomentar y apoyar el desarrollo de iniciativas de ciencia ciudadana basadas en la escuela que estén específicamente diseñadas para abordar las características ambientales únicas de la comunidad local y que se alineen directamente con los objetivos de aprendizaje del currículo peruano, como proyectos centrados en el monitoreo de la biodiversidad del patio escolar, la realización de auditorías integrales de residuos para promover la ecoeficiencia o el seguimiento de los patrones climáticos locales. Forjar alianzas estratégicas con instituciones locales de investigación científica, organizaciones no gubernamentales (ONG) ambientales y agencias gubernamentales relevantes para crear oportunidades para que los estudiantes participen activamente en proyectos de ciencia ciudadana en curso y del mundo real que ya se están llevando a cabo dentro de sus comunidades, brindando tutoría y acceso a la experiencia. Utilizar los datos ambientales recopilados por los estudiantes a

través de su participación en iniciativas de ciencia ciudadana como material fuente principal para llevar a cabo investigaciones científicas en profundidad, practicar habilidades de análisis de datos y desarrollar soluciones tecnológicas innovadoras dentro del marco del currículo de Ciencia y Tecnología, asegurando que el aprendizaje se base en observaciones del mundo real. Incorporar específicamente la ciencia ciudadana como una herramienta valiosa para el monitoreo ambiental y la recopilación de datos dentro del contexto de la educación en gestión del riesgo de desastres, que ya es un componente del "Enfoque Ambiental" ⁵, permitiendo a los estudiantes contribuir a los esfuerzos locales de evaluación y preparación para el riesgo. La integración exitosa de la ciencia ciudadana en el sistema educativo peruano puede facilitarse aprovechando estratégicamente las plataformas globales existentes, fomentando la creación de proyectos escolares relevantes a nivel local y construyendo activamente relaciones de colaboración con organizaciones científicas y ambientales externas dentro de la comunidad.

La ciencia ciudadana promueve inherentemente el aprendizaje activo al involucrar directamente a los estudiantes en investigaciones científicas y procesos de recopilación de datos auténticos y del mundo real, yendo más allá de la recepción pasiva de información.³ La participación en actividades de ciencia ciudadana fomenta activamente el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, ya que se requiere que los estudiantes analicen los datos recopilados, interpreten los patrones y tendencias resultantes y evalúen críticamente la confiabilidad y validez de la información que recopilan.⁷ La ciencia ciudadana proporciona un medio poderoso para conectar el aprendizaje en el aula directamente con el entorno local inmediato de los estudiantes, haciendo que los conceptos científicos sean más tangibles, relevantes y atractivos al permitirles estudiar fenómenos en su propio entorno.³ Al involucrar a los estudiantes en proyectos que abordan problemas ambientales reales en sus comunidades, la ciencia ciudadana promueve eficazmente el compromiso cívico y los empodera para desarrollar un sentido de propiedad y tomar medidas significativas sobre las preocupaciones ambientales que observan de primera mano, fomentando un sentido de responsabilidad y agencia.² Los beneficios pedagógicos inherentes de la integración de la ciencia ciudadana en la educación se alinean perfectamente con los objetivos educativos contemporáneos, fomentando una comprensión conceptual más profunda, desarrollando habilidades esenciales de pensamiento crítico y resolución de problemas, creando conexiones significativas con el mundo real y cultivando ciudadanos activos y comprometidos.

La implementación exitosa puede requerir proporcionar un desarrollo profesional y capacitación adecuados para los maestros en metodologías de ciencia ciudadana, técnicas de gestión de datos y la integración efectiva de la ciencia ciudadana en su currículo existente. Asegurar la calidad y confiabilidad de los datos recopilados por los estudiantes será crucial y puede requerir el desarrollo de protocolos claros y procesos de verificación. Abordar los posibles obstáculos logísticos relacionados con la realización de trabajo de campo y garantizar un acceso equitativo a la tecnología y los recursos necesarios para todos los estudiantes, independientemente de su origen socioeconómico o ubicación geográfica, también serán consideraciones importantes.¹ La integración de la ciencia ciudadana ofrece oportunidades significativas para aumentar el compromiso y la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de ciencias al brindarles experiencias de investigación auténticas y relevantes. Puede conducir a una comprensión más profunda y matizada de problemas ambientales complejos a través de la observación y la recopilación de datos de primera mano. La participación en la ciencia ciudadana puede fomentar el desarrollo de valiosas habilidades científicas, que incluyen la observación, el análisis de datos, el pensamiento crítico y la comunicación. Además, permite a los estudiantes realizar contribuciones genuinas a los esfuerzos de investigación científica del mundo real. En última instancia, puede cultivar un fuerte sentido de administración ambiental y responsabilidad cívica entre los estudiantes, capacitándolos para convertirse en agentes activos de cambio en sus comunidades.² Reconocer y abordar de manera proactiva los posibles desafíos asociados con la implementación de la ciencia ciudadana en las escuelas peruanas, al tiempo que se capitalizan las importantes oportunidades educativas que presenta, será esencial para garantizar la integración exitosa y sostenible de este valioso enfoque pedagógico en el sistema educativo nacional.

7. Conclusiones

La ciencia ciudadana emerge como una herramienta poderosa y versátil que se alinea de manera significativa con los objetivos y principios del "Enfoque Ambiental" peruano y las competencias del área de Ciencia y Tecnología en el currículo de secundaria. La participación en iniciativas de ciencia ciudadana ofrece a los estudiantes oportunidades prácticas para desarrollar habilidades de indagación científica, profundizar su comprensión del mundo natural y, en algunos casos, diseñar soluciones tecnológicas para problemas ambientales reales. La conexión entre la ciencia ciudadana y el marco educativo peruano no solo enriquece la experiencia de aprendizaje de los

estudiantes, sino que también fomenta la formación de ciudadanos más informados, responsables y comprometidos con el cuidado del planeta.

8. Recomendaciones

Se recomienda al Ministerio de Educación de Perú que promueva activamente la integración de la ciencia ciudadana en el currículo nacional, proporcionando directrices y recursos para que las escuelas y los docentes implementen proyectos significativos. Esto podría incluir la creación de una plataforma o repositorio de iniciativas de ciencia ciudadana relevantes para el contexto peruano, así como la oferta de programas de capacitación para docentes sobre cómo incorporar eficazmente la ciencia ciudadana en sus prácticas pedagógicas y en los PEAI.

Se sugiere a las instituciones educativas que exploren y adopten proyectos de ciencia ciudadana que se alineen con sus contextos locales y los objetivos de aprendizaje del currículo de Ciencia y Tecnología. Los docentes pueden desempeñar un papel fundamental en el diseño e implementación de proyectos de ciencia ciudadana que sean relevantes para los intereses de los estudiantes y que aborden problemas ambientales locales, fomentando así un mayor compromiso y aprendizaje.

Es fundamental fomentar la colaboración entre científicos, organizaciones de la sociedad civil con experiencia en temas ambientales y la comunidad educativa para desarrollar iniciativas de ciencia ciudadana en el ámbito peruano. Esta colaboración podría facilitar el acceso a la experiencia científica, a los datos existentes y a las oportunidades de participación en proyectos de investigación en curso, enriqueciendo así la calidad y el impacto de las iniciativas de ciencia ciudadana en las escuelas.

Works cited

1. Citizen Science and Climate Change: How You Can Make a Difference - GVI, accessed May 4, 2025, <https://www.gviusa.com/blog/smb-citizen-science-and-climate-change-how-you-can-make-a-difference/>
2. Citizen Science - UNEP, accessed May 4, 2025, https://cdn.unenvironment.org/stapgef/public/2024-01/Citizen%20Science_0.pdf
3. The Role of Citizen Science in Monitoring Water Quality - Kraken Sense, accessed May 4,

- 2025, <https://krakensense.com/blog/the-role-of-citizen-science-in-monitoring-water-quality>
4. Engaging Communities for Clean Air: The Power of Citizen Science - Atmotube, accessed May 4, 2025, <https://atmotube.com/blog/engaging-communities-for-cleaner-air-exploring-the-power-of-citizen-science-and-environmental-monitoring>
 5. Educación Ambiental | Minedu, accessed May 4, 2025, <https://www.minedu.gob.pe/educacion-ambiental/enfoque.php>
 6. Programa Curricular de Educación Secundaria del Minedu, accessed May 4, 2025, <https://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-curricular-educacion-secundaria.pdf>
 7. competencias y capacidades de ciencia y tecnología - Nombramiento Docente, accessed May 4, 2025, <https://nombramiento.grupocaceresvirtual.com/wp-content/uploads/2022/08/2da-Sesion-Ciencia-y-Tecnologia-12-08-2022.pdf>
 8. Programa curricular de Educación Secundaria 6.9. Área de Ciencia y Tecnología, accessed May 4, 2025, <https://testweb.educacionfinancieraentucole.pe/wp-content/uploads/2024/08/Ciencia-y-Tecnologia-CN-2017.pdf>
 9. CIENCIA Y TECNOLOGIAA - COMPETENCIAS Y CAPACIDADES - Google Sites, accessed May 4, 2025, <https://sites.google.com/ugelsanroman.edu.pe/ciencia-tencologia/p%C3%A1gina-principal/competencias-y-capacidades>
 10. 649-2016-MINEDU - Área de Ciencia y Tecnología - 6.8., accessed May 4, 2025, <http://www.ugel03.gob.pe/wp-content/uploads/2019/07/2-set-05-Separata-C-y-T-y-estandares-DIA-1.pdf>
 11. AREA CIENCIA Y TECNOLOGÍA-competencias y Capacidades | PDF | Hipótesis - Scribd, accessed May 4, 2025, <https://es.scribd.com/document/401784472/AREA-CIENCIA-Y-TECNOLOGIA-competencias-y-Capacidades>
 12. www.minam.gob.pe, accessed May 4, 2025, https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/politica_nacional_educacion_ambiental_amigable_11.pdf
 13. Política Nacional de Educación Ambiental - Ministerio del Ambiente, accessed May 4, 2025, https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/politica_nacional_educacion_ambiental_folleto_castellano11.pdf
 14. Política Nacional del Ambiente - Campañas - Gobierno del Perú, accessed May 4, 2025, <https://www.gob.pe/institucion/minam/campa%C3%B1as/2041-politica-nacional-del->

[ambiente](#)

15. ¿Qué es la educación ambiental?, accessed May 4, 2025, <http://www.minedu.gob.pe/educacion-ambiental/>
16. 15 proyectos de ciencia ciudadana para hacer con niños, niñas y jóvenes, accessed May 4, 2025, <https://escoles.fundesplai.org/es/blog-es/recursos-es/15-proyectos-de-ciencia-ciudadana-para-hacer-con-ninos-ninas-y-jovenes/>
17. Easy Citizen Science Projects for Everyday People - GVI, accessed May 4, 2025, <https://www.gviusa.com/blog/smb-easy-citizen-science-projects-for-everyday-people/>
18. Citizen science - GBIF, accessed May 4, 2025, <https://www.gbif.org/citizen-science>
19. Transforming Citizen Science for Biodiversity - NTNU, accessed May 4, 2025, <https://www.ntnu.edu/digital-transformation/citizen-science>
20. Projects - European Citizen Science Platform, accessed May 4, 2025, <https://eu-citizen.science/projects?keywords=&topic=Birds>
21. 10 Great Citizen Science Projects - James Borrell, accessed May 4, 2025, <http://www.jamesborrell.com/10-great-citizen-science-projects/>
22. 6 Examples of Citizen Science at Work | Planetizen Blogs, accessed May 4, 2025, <https://www.planetizen.com/blogs/107858-6-examples-citizen-science-work>
23. What are some examples of citizen science in efforts to combat global warming? | GreenWorks Rhode Island Lawn Care Specialists, accessed May 4, 2025, <https://greenworkslawns.com/2023/04/29/what-are-some-examples-of-citizen-science-in-efforts-to-combat-global-warming/>
24. Citizen Science - partner with scientists to answer real-world questions | Office of National Marine Sanctuaries, accessed May 4, 2025, <https://sanctuaries.noaa.gov/involved/citizen-science.html>
25. Proyectos de ciencia ciudadana que incentivan el conocimiento público | datos.gob.es, accessed May 4, 2025, <https://datos.gob.es/es/blog/proyectos-de-ciencia-ciudadana-que-incentivan-el-conocimiento-publico>
26. Examples of Participatory Science Projects Supported by EPA | US EPA, accessed May 4, 2025, <https://www.epa.gov/participatory-science/examples-participatory-science-projects-supported-epa>
27. Monitoring biodiversity in developing countries with citizen science DevelopmentAid,

accessed May 4, 2025, <https://www.developmentaid.org/news-stream/post/192570/citizen-science>

28. Citizen Science Projects | KU Biodiversity Institute and Natural History Museum, accessed May 4, 2025, <https://biodiversity.ku.edu/citizen-science>